Aus dem Pathologischen Institut der Universität Jena
Direktor: Professor Dr. W.Berblinger

STANFORD UNIVERSITY DEC 14 1937 LIBRARY

Zur quantitativen Bestimmung von Silicium in Geweben menschlicher Organe

Lane Medical Library

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
einer
Hohen Medizinischen Fakultät
an der
Friedrich-Schiller-Universität
Jena

Vorgelegt von
Erika Wachs
aus Wittenberg

-.-.-.-

Jena 1936
Gedruckt im Vv-Büro Hellas Jena

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena.

Prof. Dr. B u h t z

dz. Dekan.

Hiermit versichere ich an Eidesstatt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne fremde Hilfe und nur unter Benutzung der angeführten Hilfsmittel angefertigt habe.

J e n a , den 2. 12. 1935.

Erika Wachs.

Die Wichtigkeit des Nachweises von Silicium in den Geweben menschlicher Organe ist besonders zu unterscheiden im Hinblick auf die Gewerbemedizin und das Vorkommen der sogenannten Staublungen. - Es hat sich herausgestellt, dass es gerade die Kieselsäure ist, die zu einer Bindegewebsproliferation führt,die bei besonders hohen Graden eine schwere Atem- und Kreislaufinsuffizienz herbeiführt, so dass die an Staublungen erkrankten Patienten arbeitsunfähig werden. Die erste spektrographische Untersuchung einer solchen Staublunge ist wohl von Walter G e r l a c h mitgeteilt worden. Es handelte sich um eine Pneumokoniose durch Inhalation des Putzmittels Vim hervorgerufen, die in wenigen Jahren zum Tode führte. In den Spektren konnte Gerlach Siliciumlinien nachweisen. Bemerkenswert dabei ist, dass in Silikoselungen auch Aluminium fast regelmässig gefunden wird, was ich bestätigen kann. Gerlach betont, dass die löslichen Siliciumsalze aus dem Körper entfernt, die unlöslichen Silicium-Aluminiumverbindungen im Körper zurückgehalten werden.

Untersucht man nun laufend am Lungenmaterial eines Pathologischen Instituts diese Organe in Hinblick auf das Vorkommen von Silicium, wie das am Pathologischen Institut in Jena der Fall ist, so findet man, dass die empfindlichsten Siliciumlinien so gut wie in allen Lungen - abgesehen von denjenigen der Neugeborenen und Kleinkinder - gefunden werden. Es sind das die Linien 2516 und 2881. Auch die übrigen Siliciumlinien sind, wenn auch schwach, sehr oft

nachweisbar; besonders bei Erwachsenen kann die Intensität dieser Linien recht erheblich werden.

Es entsteht sofort die Frage beim Vergleich solcher Platten mit denen, die von Silikoselungen gewonnen werden, welcher Gehalt gehört noch in das Bereich des Normalen und wo fängt ein pathologischer Grad an? Ferner, kann nicht eine Silikoselunge, die klinisch und pathologisch-anatomisch einwandfrei als eine solche festgestellt werden konnte, bei einem viel niedrigeren Siliciumgehalt entstehen als beim höchsten Grad normaler Lungen, nicht an Staublungen Erkrankten, gelegentlich gefunden werden? D.h., kann nicht schon der Anreiz zu der proliferativen Entzündung und Bindegewebsentwicklung in den Lungen durch geringere Siliciummengen hervorgerufen werden als sie gelegentlich bei normalen noch gefunden werden. Daraus erhellt sofort die Notwendigkeit einer quantitativen Erfassung der Siliciummengen in dem Lungengewebe.

Zur quantitativen Bestimmung von geringen Spuren der Metalle in den Geweben ist in letzter Zeit von verschiedener Seite ein Verfahren ausgearbeitet worden. So von L u n d e g h a r d , der mit der Flamme arbeitet, in dieser Organasche zerstäubt und so die Spektra gewinnt, die bequem 30 Elemente zu bestimmen gestatten. Zu dieser Gruppe von Elementen gehören glücklicherweise die Mehrzahl der biologisch wichtigen Kationen. Nach L u n d e g h a r d sind die ausschlaggebenden Vorzüge der Flammenmethode das immer konstante und relativ linienarme Grundspektrum der Flamme, die einfache und zuverlässige Art der Einführung der zu untersuchenden Substanzen in die Flamme und das linienarme Spektrum der Kationen. Ausserdem lassen sich mit der L u n d e g h a r d schen Methode die negativen Ionen Chlor, Brom, Jod und SO_4 durch ein Differenzverfahren bestimmen.

Weiter hat man zur Verfügung, um quantitativ mittels der Spektrallinien geringe Mengen der elektrisch erregbaren Substanzen zu erfassen, die

von G e r l a c h ausgearbeitete Methode der sogenannten homologen Linienpaare, respektive der Leitlinien. Diese Methode, die vor allen Dingen im kondensierten Funken und im Hochfrequenzfunken Verwendung findet, beruht darauf, dass man Grundlinien zweier Elemente miteinander vergleicht. Das zu bestimmende Element und das in konstanter Konzentration gehaltene bekannte Element geben Linien von verschiedener Schwärzung. Die relative Schwärzung des bekannten in konstanter Konzentration vorliegenden Elementes und des gesuchten wird gemessen.

Man kann schon mit dem blossen Auge innerhalb gewisser Grenzen dies abschätzen, sicherer ist aber, die Werte mit einem Spektrallinienphotometer zu messen. Mittels letzterer Methode wurde im Laboratorium des Pathologischen Instituts und dem der Firma C a r l Z e i s s der Versuch gemacht, das Silicium in Organen, insbesondere den Lungen, quantitativ zu erfassen. R u t h a r d gibt in seiner Arbeit eine ausführliche Beschreibung dieser Zeiss'schen Apparatur, so dass ich die Beschreibung derselben übergehe. Da nur mit Emission gearbeitet wurde, übergehe ich auch die Methode der quantitativen Bestimmung von Elementgehalten mittels der logarithmischen Rotationssektoren, den Stufensektoren usw.

Das Prinzip nach dem ich vorging, ist folgendes: Man vergleicht eine sogenannte Grundlinie des Siliciums - in unserem Fall wurde die Linie 2516 und 2881 verwendet - mit der Grundlinie des Vergleichselementes, in unserem Falle wurden Versuche mit Antimon und Bor gemacht. Ich mir Lösungen, die beiden Elemente enthielten, her, tränkte damit Filterblättchen, resp. Organstückchen und verfunkte diese im Hochfrequenzfunken in der von B e n o i t angegebenen Weise. Die Konzentration des Bors wurde konstant gehalten und die des Siliciums in einer logarithmischen Reihe variiert. Auf diese Weise wurden Testplatten gewonnen. Bei der Herstellung der Siliciumlösung wurde von dem in der Apotheke käuf-

lichen Wasserglas die entsprechende Verdünnung, die für die Testplatten notwendig war, vorgenommen und dieser Lösung wurde Bor zugesetzt. Zum Vergleich wurden die Borlinien 2496 und 2497 herangezogen. Diese Borlinien werden getrennt auf dem Spektrographen 9-12 der Firma Carl Zeiss nur bei einer Spaltbreite von 1/100 bis 1/200 mm abgebildet. Dadurch werden die Linien allerdings etwas schmal, was jedoch bei der späteren Auswertung mit dem Spektrallinienphotometer zu keiner Fehlerquelle Veranlassung gibt. Andererseits sind die pathologisch vermehrten Mengen von Silicium so gross, dass die Platte auch bei 1/100 mm Spaltbreite und längerer Belichtungszeit (4 - 5 Minuten) genügende Schwärzung hervorrufen.

Wasserlösliche Antimonsalze sind leider nicht zu erhalten, Versuche mit salzsauren Lösungen dieses Elementes verursachen sehr störende Chlordämpfe, die die Lungen des Untersuchers und auch die Metallteile der Apparatur sehr stark angreifen. Die Versuche, mit Antimonsalzen zu arbeiten, wurden deshalb nicht weiter verfolgt. Als Plattenmaterial verwendete ich die Silber-Eosinplatte von Perutz und Eisenberger Reformplatten, die beide sehr gut übereinstimmende Resultate zeitigten.

Die elektrische Anregung des Hochfrequenzfunkens geschah ebenfalls in der von B e n o i t angegebenen Art über eine Knallfunkenstrecke und man kann R u t h a r d nur zustimmen, wenn er sie ebenfalls bei seinen quantitativen Bestimmungen in Gebrauch genommen hat. Während der jahrelangen Anwendung im Laboratorium des Pathologischen Instituts Jena hat sie sich durchaus bewährt. Auch nach seinen Erfahrungen hat diese Anordnung den Vorteil, dass die Abstimmung der beiden Schwingungskreise gegen kleine Veränderungen nicht sehr empfindlich ist.

Die Testplatten wurden auf folgende Weise gewonnen: Kleine Leberstückchen im Gewicht von 0,2

bis 0,4 g, die frei von Silicium und Bor waren, wurden mit Wasserglaslösungen von einer Siliciumkonzentration von 0,0001 g % Si und einer Borsäurelösung von 0,045 g % und 45 g % durchtränkt. Nimmt man genügend grosse Mengen von Flüssigkeit zum Durchtränken, so genügt ein Verweilen der Leberstückchen in den entsprechenden Lösungen, um nach meinen Erfahrungen innerhalb eines konstanten Lösungsbereiches die gleichen Resultate zu erhalten wie bei einem Arbeiten nach der Vorschrift von G e r l a c h , wonach das Organstück von 0,5 g durch Kochen mit Alkohol zunächst entwässert, dann mit einer Menge von 0,1 ccm der Vergleichslösung durchtränkt wird, um hernach im Trockenschrank getrocknet zu werden. Entgegen den Angaben von G e r l a c h konnte bei den niedrigen Gehalten an Silicium kein Einfluss der Belichtungszeiten auf die Resultate festgestellt werden. Auch war das Resultat unbeeinflusst von der Art des Organstückchens, dem Fettgehalt des Gewebes, dem Plattenmaterial usw. Allerdings gilt dies auffallenderweise nur für die niedrigen Konzentrationen. Je höher diese werden, desto mehr streuen die Resultate, und es ist mir bis jetzt in keiner Weise gelungen, die Ursache für dieses rätselhafte Verhalten zu finden, das gerade umgekehrt den gehegten Erwartungen ist.

Es wurde auch der Versuch angestellt, die Spektrallinien zu erhalten, indem man die Leuchtquelle einerseits dicht vor dem Spalt aufstellt, andererseits die Lichtquelle durch einen Quarzkollimator auf dem Spalt abbildet. Auch hier erhielt ich gleiche Resultate mit beiden Methoden. Es muss nur Sorge dafür getragen werden, dass die Kollimatorstellung so gewählt wird, dass die Linien auf der Platte eine entsprechende Länge erhalten und nicht zu kurz ausfallen. Das Spektrallinienphotometer gestattet dann, solche Bezirke auszusuchen, die geeignet sind, konstante Vergleichsresultate zu bekommen.

Die auf diese Weise gewonnenen Resultate sind mit allen Daten auf den folgenden 9 Tabellen wiedergegeben. Es bedeuten die Zahlen in den einzelnen Rubriken:

Ausschlag B_1: Die Zahl, die der Ampéremeter bei der Messung des Schwärzungsgrades der Linien 2496 anzeigt. Die Zahlen rechts in jeder der 5 ersten Rubriken geben den Nullpunkt an, der zur Kontrolle der Konstantsmessung des Akkumulators immer angegeben werden muss. Die Zahl wird dann jedes Mal von derjenigen, die den Ausschlag gibt, abgezogen.

Ausschlag B_2: Diese Zahl gibt das gleiche an, wie bei Ausschlag B_1, nur für die Borlinie B_2.

Schleier neben B_2: Die Zahl, die der Ampéremeter bei der Messung des Schwärzungsgrades der Gelatineschicht der Platte anzeigt, und zwar immer neben der Borlinie 2497 gemessen.

Ausschlag Si_1 resp. Si_2: Sinngemäss die Zahlen, wie sie für B_1 und B_2 erläutert worden sind, für Si-Linien 2516 und 2881.

Die Verhältniszahlen auf der rechten Seite der Tabellen entstehen dadurch, dass man von der Zahl für die Ausschläge die des entsprechenden Nullpunktes jedes Mal abzieht, und das Verhältnis von Vergleichselement und variablen Element findet.

Zur besseren Übersicht wurden nur die Verhältniszahlen B_2/Si_1 zusammengestellt ohne Rücksicht darauf, auf welcher Platte sie aufgenommen worden waren. Dies Verfahren ist streng genommen nicht völlig zutreffend, umso mehr überrascht die gute Übereinstimmung der Zahlen bei den geringen Konzentrationen, während bei den hohen deutlich zu Tage tritt, wie gross im einzelnen die Schwankungen sind. Auch ich komme zu denselben Ergebnissen wie andere Untersucher, R u t h a r d , L u n d e g h a r d , die die Genauigkeit dieser Analysenmethode mit 15-25 %

nach oben und unten angegeben haben. Die beste Übereinstimmung dieser Verhältniszahlen liegt im Bereich von 0,0001 g% Silicium bis 0,001 g% Silicium bei einer Borsäurekonzentration von 0,15 g%. Bildet man das Mittel aus 4-5 Verhältniszahlen, so ergibt sich für eine Konzentration von

0,0001	g% Si	die	Zahl	0,05
0,0005	g% Si	"	"	0,08
0,0008	g% Si	"	"	0,12
0,001	g% Si	"	"	0,15
0,005	g% Si	"	"	0,37
0,008	g% Si	"	"	0,45

Bei der grossen Streuung der Zahlen bei den übrigen Konzentrationen haben diese Mittelwerte keine besondere Bedeutung. Sie wurden immerhin gebildet, um die abgebildete Kurve darzustellen.
Es ist das für die Konzentration von

0,01	g% Si	die	Zahl	2,62
0,05	g% Si	"	"	3,75
0,08	g% Si	"	"	4,12

Man sieht bei dieser Kurve ganz deutlich die Tendenz, sich der logarithmischen Schwärzungskurve anzunähern. Offen bleiben muss die Frage, woher die ungünstigen Resultate bei den höheren Konzentrationen kommen. Es kam mir nur darauf an, zu zeigen, wie auch ohne dass man bei den geringen Konzentrationen sich innerhalb der Werte bewegt, die für den geraden Abschnitt der Schwärzungskurve gefordert werden müssen, die Resultate eine gute Übereinstimmung zeigen. Genügt man der Forderung, nur solche Zahlen zu verwerten, die von physikalischer Seite gefordert werden, so erhält man das gleiche Bild. Solch Beispiel ist aus folgender Tabelle ersichtlich, nach der 2 hintereinander aufgenommene Spektren bei einer Si-Konzentration von 0,01 g% die Verhältniszahlen 0,53 und 0,52 ergeben:

Konzentration	B_1		B_2		neben B_2					
0,01 g% Si	46	9	30	9	207	9	48	9	37	9
0,45 g% Borsäure	116	9	69	9	203	9	123	9	53,5	9

$B_1:Si_1$	$B_2:Si_1$	$B_1:Si_2$	$B_2:Si_2$	$B_1:B_2$	$Si_1:Si_2$
0,94	0,53	1,32	0,75	1,76	1,39
0,93	0,52	2,40	1,34	1,78	2,56

Um den physikalischen Bedingungen zu entsprechen, dürften bei einem Schleierwert um 200 nur Zahlen verwendet werden, die, nach Abzug des 0-Punktes, zwischen 14 und 60 liegen. Bei der ersten Aufnahme liegen die Ausschläge für B_2 und Si_1 innerhalb dieser Breite. Die Verhältniszahl ist 0,53. Bei der zweiten Aufnahme dürften die Zahlen in keiner Weise verwendet werden, und doch stimmt die Verhältniszahl gut mit der ersten überein. Es konnten deshalb die in den Tabellen angegebenen Werte für die quantitativen Bestimmungen des Siliciums in den Lungen berücksichtigt werden, umso mehr, als auf einer anderen Platte (Nr.44) die Verhältniszahl $B_2:Si_1$ - 0,45 ist (auch bei einer Konzentration von 0,01 g% Si + 0,45 g% Borsäure, also wie bei der oben angegebenen Tabelle!), wobei die physikalischen Bedingungen erfüllt sind.

Auf diese Weise ist es also durch die Tabellen möglich, innerhalb recht enger Grenzen bestimmte Aussagen über den G%-Gehalt an Silicium in fraglichen Proben machen zu können. Dies gilt allerdings nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind.

1. müssen die Organstückchen von 0,2-0,4 g Gewicht haben und 24 Stunden mindestens in genügend grossen Mengen der Borsäurelösung gelegen haben;

2. müssen mindestens 3 - 5 Proben verfunkt werden, aus denen das Mittel dann gezogen wird.

Diese Forderung lässt sich bei Silikoselungen leicht erfüllen, denn selbst kleine Silikoseknoten sind noch immer so gross, dass sie ungefähr fünf Schnitte zu 0,4 g abgeben. Ferner geht aus diesen Tabellen die Verhältniszahl hervor, die aus dem Verhältnis $Bor_1 : Bor_2$ gewonnen wurde. Entfernten sich diese Zahlen zu weit von der innerhalb des Messbereichs liegenden Durchschnittszahl, so wurden diese Resultate ausgeschaltet. Dabei ist auffallend, dass bei meinen Untersuchungen bei den höheren Konzentrationen, bei denen entweder kürzer belichtet wurde, oder die Entfernung grösser gewählt wurde, diese Verhältniszahlen niedriger werden.

Interessant ist nun weiter das Verhalten der Si-Linie 2881. Schon mit blossem Auge fällt auf, dass diese Linie für den qualitativen Nachweis von Silicium sehr geeignet ist. Die Spektren von menschlichen Organen sind hinsichtlich der Liniengruppen recht konstant. Es fällt deswegen diese charakteristische Linie zwischen der Magnesiumlinie 2851 und der nächsten Bande leicht auf. Noch bei sehr geringen Konzentrationen von Silicium ist die Linie leicht zu erkennen und es war von Interesse, einmal ihre Empfindlichkeit gegenüber der Linie 2516 zu vergleichen. Diese Linie ist nämlich bei geringen Siliciumkonzentrationen einmal leichter zu übersehen wegen der sehr häufig in ihrer Nähe liegenden Eisenlinien. Sollte sich auf photometrischem Wege erweisen, dass die Linie 2881 empfindlicher ist als 2516, so wäre sie als Kriterium für den qualitativen Siliciumnachweis die sicherste Linie. Ein Blick auf die Tabelle zeigt nun in der Tat ein eigenartiges Verhalten. Da eine niedrigere Ausschlagszahl eine grössere Schwärzung bedeutet als die höhere, so geht aus fast sämtlichen Tabellen hervor,dass die

Ausschläge von Si_2 geringer sind als die von Si1. Wenn gelegentlich in den Tabellen die Werte für Si_2 nicht angegeben worden sind, so liegt das daran, dass die dann sehr schwache Linie 2881 im Bandenbereich nicht mehr mit der erforderlichen Sicherheit zu photometrieren gewesen ist. Mit der Lupe sieht man aber auch in diesem Spektrum sie sehr deutlich als Linie vorhanden. Ihr Wert als sicheres Kriterium zur schnellen Orientierung in Bezug auf den qualitativen Nachweis von Silicium erscheint mir dadurch bewiesen. Sie kommt noch deutlich zur Darstellung bei 1/100 000 g% Si, wenn man allerdings berücksichtigt, dass mit 4/100 mm Spaltbreite gearbeitet wird.

Berücksichtigt man unter den so gewonnenen Tabellen und Testplatten das Vorkommen des Si in quantitativer Hinsicht in menschlichen Lungen, so ist zu sagen, dass Werte über 0,001- 0,005 g% nur in sogenannten Silikoselungen vorkommen. Im Alter bis zu 6 Jahren herrschen im allgemeinen Werte bis zu 0,0008 vor, dann werden sie recht sprunghaft und schwanken fast konstant in den weiteren Altersklassen zwischen 0,001 - 0,005.

Sobald aber anatomisch das Bild der Silikoselungen festgestellt werden kann, kommen bedeutend höhere Werte vor, die bis 0,01 g% hinaufschnellen können. Darüber findet man Si-Konzentrationen nur in den ausgesprochenen Silikoseknoten, wo histologisch das Bild der fibrösen Schwiele erkennbar ist. Im noch lufthaltigen Lungengewebe kommen diese Werte nicht mehr vor. Über den Grad der Staublungenerkrankung und die Schwere sagen uns die Zahlen garnichts aus. Hier müssen die anatomischen Veränderungen am Herzen vor allem und dann die histologischen Veränderungen an den Gefässen in den Lungen das entscheidende Wort sprechen.

Zusammenfassung.

Im Hinblick auf die Wichtigkeit der Staublungenerkrankung in gewerbemedizinischer Hinsicht war zu untersuchen, in welchen Mengen wird Si in menschlichen Lungen überhaupt gefunden. Hier gelten die Werte zwischen 0,00001 g% - 0,005 g%. Liegen die Werte innerhalb dieser Mengen, dann ist mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit das Vorhandensein einer Staublungenerkrankung auszuschliessen.

Für die niedrigsten Konzentrationen ist bei rein qualitativem Forschen nach Si im menschlichen Körper bei der Anregung des elektrischen Funkens im Hochfrequenzstrom bei Entladung über die Knallfunkenstrecke (Benoit) die Linie 2881 zu verwenden, die noch gefunden werden kann bei 1/100 000 g%.

Es wurden Testplatten in Tabellenform dargestellt, die den Untersucher ohne weiteres in die Lage setzen, bei Untersuchung mit gleicher Apparatur aus einem in kürzester Zeit gewonnenen Spektrum, vorausgesetzt, dass B als Vergleichselement verwendet wird, über das quantitative Vorkommen von Si in dem fraglichen Organstück innerhalb eines Fehlers von plus minus 15 - 20 % sichere Anhaltspunkte zu gewinnen.

- - - - - - -

Schrifttum.

Benoit, Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin, Bd.90/1933.

Berblinger, Medizinische Klinik, Nr.37/1931.

Gerlach-Gerlach-Thieme, Leipzig 1932.

Gerlach-Ruthard, Zeitschrift für gerichtliche Medizin, Bd. 20/1933.

Gerlach We; Ruthard K; Prüsener L; Zieglers Beiträge, Bd. 91/1933.

Hirschmann, Dissertation, Basel 1934.

Lundeghard, Fischer, Jena 1934.

Ruthard, Metallwirtschaft XIII, 1934.
Virchow Archiv, Bd.294/1934.

L e b e n s l a u f .

Geboren wurde ich, Erika W a c h s , am 11.12. 1900 in Wittenberg als Tochter des Geheimen Medizinalrats Dr. Erwin Wachs und seiner Frau Margarethe, geb. Eunike. Ich besuchte bis Ostern 1917 das Lyzeum meiner Vaterstadt, war dann ein Jahr auf der Haushaltungsschule des Pestalozzi-Fröbelhauses in Berlin und anschliessend bis 1922 im Haushalt meiner Eltern tätig. Nach einer Ausbildung auf der Chemieschule in Dessau war ich von 1923 - 1927 als Laborantin bei den Bayr. Stickstoffwerken in Piesteritz angestellt, besuchte dann die Studienanstalt in Dessau und machte dort Ostern 1930 das Abitur.

Während meiner Studienzeit besuchte ich die Universitäten Heidelberg, Königsberg und Jena; machte in Jena im Sommer 1932 das Physikum und im Herbst 1935 das Staatsexamen.

- - - - -

Tabelle Nr. 1.

Konzentration:	Platten-Nr.	$B_2 : Si_1$
0,0001 g% Si + 0,15 g% B	35	0,05
		0,04
		0,06
		0,06
	42	0,07
		0,05
0,0005 g% Si + 0,15 g% B	36	0,08
		0,09
		0,08
	41	0,09
		0,08
		0,06
0,0008 g% Si + 0,15 g% B	36	0,13
		0,11
		0,10
	40	0,09
		0,12
		0,18
0,001 g% Si + 0,15 g% B	36	0,18
		0,21
		0,15
	42	0,12
		0,14
		0,15
		0,11
0,005 g% Si + 0,15 g% B	37	0,50
		0,54
		0,47
	39	0,60
		0,54
		0,74
		0,69
	41	0,39
		0,55
		0,42
		0,50
0,008 g% Si + 0,15 g% B	37	1,60
		0,89
		0,75
	38	1,42
		1,92
		1,78
		1,41
		1,86
	40	1,12
		1,08
		0,98
		0,66
0,01 g% Si + 0,15 g% B	37	1,55
		1,76
		0,63
	38	2,66
		2,55
		1,40
	42	2,15
		3,53
		4,07
		2,73
0,05 g% Si + 0,15 g% B	38	2,70
		4,00
		3,30
		2,80
	41	3,57
		5,66
		3,81
		4,86
0,08 g% Si + 0,15 g% B	40	3,55
		2,23
		4,35
		4,21

Platte 35

Spalt 1/100 mm

Die Leber lag 96 Stunden in den Lösungen.

Es wurden 3 Lösungen angesetzt:
I. 0,00011 g% Si + 0,15 g% Borsäure (hiervon 4 Spektren)
II. 0,00008 g% Si + 0,15 g% Borsäure (hiervon 4 Spektren)
III. 0,00005 g% Si + 0,15 g% Borsäure (hiervon 3 Spektren)

Photometrieren liessen sich nur die 4 ersten Spektren, bei Spektrum 5 - 11 waren die Konzentrationen von Si zu gering, die Linien also zu schwach.

Konzentration		Ausschlag B_1	Ausschlag B_2	Schleier neben B_2	Ausschlag Si_1	Ausschlag Si_2	B_1:Si_1	B_2:Si_1	B_1:Si_2	B_1:B_2	B_2:Si_2
0,00011g%Si + 0,15 g%Bors	1)	34,0 17,0	25,0 17,0	197,0 17,0	175,0 17,0	-	0,10	0,05	-	2,12	-
	2)	33,0 17,0	24,0 17,0	198,0 17,0	163,0 17,0	-	0,10	0,04	-	2,28	-
	3)	38,0 17,0	27,0 17,0	195,0 17,0	182,0 17,0	-	0,12	0,06	-	2,10	-
	4)	37,0 17,0	26,0 17,0	188,0 17,0	149,0 17,0	-	0,15	0,06	-	2,22	-
						Mittel:	0,11	0,05	-	2,18	-

Gemessen wurde:
B_1 = 1.Borlinie 2496 B_2 = 2.Borlinie 2497
Schl = Schleier neben der Borlinie
Si_1 = Siliciumlinie 2516 Si_2 = Siliciumlinie 2881

Spalt 1/100 mm

Die Leber lag 48 Stunden

Es wurden 3 Lösungen ang
I. 0,0011 g% Si + 0,1
II. 0,0008 g% Si + 0,1
III. 0,0005 g% Si + 0,1

Gemessen wurde: B_1 =
Schl.=
Si_1 =
konnte

Konzentration		Ausschl B_1	B_1:Si_2	Si_1:Si_2	B_2:Si_2
0,0011g%Si + 0,15 g%Bors	1)	40,0 16	0,63	1,68	0,31
	2)	47,0 16	0,57	1,40	0,29
	3)	48,0 16	0,64	1,90	0,30
			0,61	1,66	0,30
0,0008g%Si + 0,15 g%Bors	1)	46,0 16	0,26	1,04	0,14
	2)	49,0 17	0,32	1,44	0,16
	3)	43,0 17	-	-	-
			0,29	1,24	0,15
0,0005g%Si + 0,15 g%Bors	1)	38,0 17	-	-	-
	2)	45,0 17	-	-	-
	3)	40,0 17	-	-	-
			-	-	-

Platte 36

Spalt 1/100 mm

Die Leber lag 48 Stunden in den Lösungen.

Es wurden 3 Lösungen angesetzt:

I. 0,0011 g% Si + 0,15 g% Borsäure (hiervon je 3 Spektren)
II. 0,0008 g% Si + 0,15 g% Borsäure (hiervon je 3 Spektren)
III. 0,0005 g% Si + 0,15 g% Borsäure (hiervon je 3 Spektren)

Gemessen wurde: B_1 = 1.Borlinie 2496 B_2 = 2.Borlinie 2497
Schl.= Schleier neben B_2
Si_1 = Siliciumlinie 2516 Si_2 = Siliciumlinie 2881 (diese konnte nur in den ersten 5 Spektren photometriert werden).

Konzentration		Ausschlag B_1	Ausschlag B_2	Schleier neben B_2	Ausschlag Si_1	Ausschlag Si_2	B_1:Si_1	B_2:Si_1	B_1:B_2	B_1:Si_2	Si_1:Si_2	B_2:Si_2
0,0011g%Si + 0,15 g%Bors	1)	40,0 16,0	28,0 16,0	198,0 16,0	80,0 16,0	54,0 16,0	0,37	1,18	2,00	0,63	1,68	0,31
	2)	47,0 16,0	32,0 16,0	195,0 16,0	92,0 16,0	70,0 16,0	0,40	0,21	1,93	0,57	1,40	0,29
	3)	48,0 16,0	31,0 16,0	193,0 16,0	111,0 16,0	66,0 16,0	0,33	0,15	2,13	0,64	1,90	0,30
						Mittel:	0,36	0,18	2,02	0,61	1,66	0,30
0,0008g%Si + 0,15 g%Bors	1)	46,0 16,0	32,0 16,0	198,0 16,0	135,0 16,0	130,0 16,0	0,25	0,13	1,87	0,26	1,04	0,14
	2)	49,0 17,0	33,0 17,0	195,0 17,0	156,0 17,0	112,0 17,0	0,23	0,11	2,00	0,32	1,44	0,16
	3)	43,0 17,0	30,0 17,0	192,0 17,0	145,0 17,0	- -	0,20	0,10	2,00	-	-	-
						Mittel:	0,22	0,11	1,95	0,29	1,24	0,15
0,0005g%Si + 0,15 g%Bors	1)	38,0 17,0	29,0 17,0	192,0 17,0	152,0 17,0	- -	0,15	0,08	1,75	-	-	-
	2)	45,0 17,0	31,0 17,0	196,0 17,0	167,0 17,0	- -	0,18	0,09	2,00	-	-	-
	3)	40,0 17,0	29,0 17,0	194,0 17,0	156,0 17,0	- -	0,16	0,08	1,91	-	-	-
						Mittel:	0,16	0,08	1,88	-	-	-

Platte 37

Spalt 1/100 mm

Bei Spektrum 1-3 lag die Leber 48 Stunden in den Lösungen
" " 4-9 " " " 72 " " " "

Es wurden 3 Konzentrationen verwandt:
I. 0,011 g% Si + 0,15 g% Borsäure
II. 0,008 g% Si + 0,15 g% Borsäure, davon je 3 Spektren, je ca 6 Min. Belichtungszeit
III. 0,005 g% Si + 0,15 g% Borsäure, bei Spektrum 5 und 6 kürzer belichtet.

Gemessen wurde: B_1 = 1.Borlinie 2496 B_2 = 2.Borlinie 2497
Schl.= Schleier neben der 2.Borlinie
Si_1 = Siliciumlinie 2516 Si_2 = Siliciumlinie 2881

Konzentration	Ausschlag B_1	Ausschlag B_2	Schleier neben B_2	Ausschlag Si_1	Ausschlag Si_2	B_1:Si_1	B_2:Si_1	B_1:Si_2	B_1:B_2	B_2:Si_2	Si_1:Si_2
0,011 g% Si + 0,15 g% Bors 1)	31,0 16,5	23,5 16,5	200,5 16,5	21,0 16,5	18,5 16,5	3,22	1,55	7,25	2,07	3,50	2,25
2)	47,0 16,0	31,0 16,0	200,0 16,0	24,5 16,0	20,0 16,5	3,64	1,76	8,85	2,06	4,28	2,42
3)	38,5 16,0	28,0 16,0	198,0 16,0	35,0 16,0	26,0 16,0	1,18	0,63	2,25	1,87	1,20	1,90
					Mittel:	2,68	1,31	6,11	2,00	2,99	2,19
0,008 g% Si + 0,15 g% Bors 1)	37,5 16,0	28,0 16,0	193,0 16,0	23,5 16,0	20,0 16,0	2,86	1,60	5,37	1,79	3,00	1,87
2)	41,0 16,0	29,0 16,0	196,0 16,0	30,5 16,0	24,0 16,0	1,72	0,89	3,12	1,92	1,62	1,81
3)	111,0 16,0	76,0 16,0	200,0 16,0	96,0 16,0	67,0 16,0	1,18	0,75	1,84	1,58	1,00	1,55
					Mittel:	1,92	1,08	3,44	1,76	1,87	1,74
0,005 g% Si + 0,15 g% Bors 1)	26,0 16,0	21,0 16,0	200,0 16,0	26,0 16,0	21,0 16,0	1,00	0,50	2,00	2,00	1,00	2,00
2)	27,0 16,0	22,0 16,0	200,0 16,0	27,0 16,0	26,0 16,0	1,00	0,54	1,10	1,83	0,60	1,10
3)	25,5 16,0	21,0 16,0	201,0 16,0	26,5 16,0	20,0 16,0	0,90	0,47	2,11	1,90	1,11	2,33
					Mittel:	0,96	0,50	1,73	1,91	0,90	1,81

Platte 38

Spalt 1/100 mm

Konzentration: Spektrum 1 - 4 = 0,05 g% Si + 0,15 g% Borsäure
5 - 9 = 0,011 g% Si + 0,15 g% Borsäure
10 -13 = 0,008 g% Si + 0,15 g% Borsäure
1 von Platte 39 = 0,008 g% + 0,15 g% Borsäure

Belichtet: Spektrum 1 - 4 unregelmässig 6 Minuten, alle übrigen 6 Minuten

Die Proben lagen in den Lösungen: Spektrum 1 - 4 = 174 Stunden
von Spektrum 5 ab nur 48 Stunden

Gemessen wurde: B_1 = 1.Borlinie 2496 B_2 = 2.Borlinie 2497
Schl.= Schleier neben B_2
Si_1 = Siliciumlinie 2516 Si_2= Siliciumlinie 2881

Konzentration		Ausschlag B_1	Ausschlag B_2	Ausschlag Schleier	Ausschlag Si_1	Ausschlag Si_2	B_1:Si_1	B_2:Si_1	B_1:Si_2	B_2:Si_2	B_1:B_2	Si_1:Si_2
0,05 g% Si + 0,15 g% Bors	1)	158,0 12,5	116,5 12,5	197,5 12,5	51,0 12,5	39,0 12,5	3,7	2,7	5,4	3,9	1,39	1,45
	2)	81,0 12,5	52,5 12,5	196,0 12,5	22,5 12,5	18,0 12,5	6,8	4,0	12,4	7,2	1,71	1,81
	3)	154,0 12,5	111,5 12,5	197,0 12,5	42,5 12,5	26,0 12,5	4,7	3,3	10,8	7,6	1,42	2,30
	4)	100,0 13,0	68,0 13,0	198,0 13,0	32,0 13,0	22,5 13,0	4,5	2,8	9,1	5,7	1,58	2,00
						Mittel:	4,9	3,2	9,4	6,1	1,52	1,89
0,011g% Si + 0,15 g% Bors	5)	35,0 13,0	25,0 13,0	192,0 13,0	17,5 13,0	16,5 13,0	4,89	2,66	6,28	3,42	1,83	1,28
	6)	53,0 13,0	36,0 13,0	197,0 13,0	22,0 13,0	17,5 13,0	4,44	2,55	8,88	5,11	1,73	2,00
	7)	42,0 13,0	28,5 13,0	197,0 13,0	24,0 13,0	16,5 13,0	2,63	1,40	8,28	4,42	1,87	3,14
	8)											
	9)	42,0 13,0	28,5 13,0	192,0 13,0	19,0 13,0	16,5 13,0	4,83	2,58	8,28	4,42	1,87	1,71
						Mittel:	4,14	2,27	7,93	4,34	1,82	2,03
0,008g% Si + 0,15 g% Bors	10)	32,0 13,0	23,0 13,0	193,0 13,0	20,0 13,0	17,5 13,0	2,71	1,42	4,22	2,22	1,90	1,55
	11)	63,0 13,0	39,0 13,0	190,0 13,0	26,5 13,0	19,0 13,0	3,70	1,92	8,33	4,33	1,92	2,25
	12)	60,0 13,0	38,0 13,0	193,0 13,0	27,0 13,0	19,5 13,0	3,35	1,78	7,23	3,84	1,88	2,15
	13)	39,0 13,0	30,0 13,0	191,0 13,0	25,0 13,0	18,5 13,0	2,16	1,41	4,72	3,09	1,52	2,18
	14)	40,0 13,0	27,0 13,0	200,0 13,0	21,0 13,0	16,5 13,0	3,60	1,86	9,00	4,66	1,92	2,50
						Mittel:	3,10	1,68	6,68	3,63	1,82	2,12

Platte 39

Spalt 1/100 mm

Konzentration: Spektrum 1 = 0,008 g% Si + 0,15 g% Borsäure (s.Berechnung Platte 38)
2-6 = 0,005 g% Si + 0,15 g% Borsäure

Belichtet: Spektrum 1-4 wurden 6 Min. belichtet
5-6 wurden 3 Min. belichtet

Die Proben lagen in den Lösungen 48 Stunden.

Gemessen wurde: B_1 = 1.Borlinie 2496 B_2 = 2.Borlinie 2497
Schl. = Schleier neben der 2.Borlinie
Si_1= Siliciumlinie 2516 Si_2= Siliciumlinie 2881

Konzentration		Ausschlag B_1	Ausschlag B_2	Ausschlag Schleier	Ausschlag Si_1	Ausschlag Si_2	B_1:Si_1	B_2:Si_1	B_1:Si_2	B_2:Si_2	B_1:B_2	Si_1:Si_2
0,005 g% Si + 0,15 g% Bors	2)	31,0 13,0	22,0 13,0	198,0 13,0	28,0 13,0	21,5 13,0	1,20	0,60	2,12	1,05	2,00	1,76
	3)	35,0 13,0	25,0 13,0	198,0 13,0	35,0 13,0	26,5 13,0	1,00	0,54	1,63	0,89	1,83	1,62
	4)	47,0 13,0	33,0 13,0	198,0 13,0	40,0 13,0	25,0 13,0	1,25	0,74	2,72	1,60	1,70	2,16
		45,0 13,0	29,0 13,0	200,0 13,0	36,0 13,0	26,0 13,0	1,39	0,69	2,46	1,23	2,00	1,76
						Mittel:	1,21	0,64	2,23	1,19	1,88	1,82

Platte 40

Spalt 1/100 mm

Die Leberstückchen lagen länger als 96 Stunden in den Lösungen

Spektrum 1 - 4 : 0,08 g% Si + 0,15 g% Borsäure, 1 Min. belichtet
5 - 9 : 0,008 g% Si + 0,15 g% Borsäure, 1 1/2 Min. belichtet
10 - 13 : 0,0008 g% Si + 0,15 g% Borsäure, 5 - 6 Min. belichtet

Gemessen wurde: B_1 = 1.Borlinie 2496 B_2 = 2.Borlinie 2497
Schl.= Schleier neben der 2.Borlinie
Si_1 = Siliciumlinie 2561 Si_2= Siliciumlinie 2881

Konzentration		Ausschlag B_1		Ausschlag B_2		Schleier neben B_2		Ausschlag Si_1		Ausschlag Si_2		B_1:Si_1	B_2:Si_1	B_1:Si_2	B_2:Si_2	B_1:B_2	Si_1:Si_2
0,08 g%Si + 0,15 g%Bors	1)	156,0	7,0	113,0	8,0	200,0	8,0	37,0	7,5	22,0	7,0	5,05	3,55	9,93	7,00	1,41	1,96
	2)	88,0	8,0	55,5	7,5	199,0	8,0	29,0	7,5	16,0	8,0	3,72	2,23	10,00	6,00	1,66	2,68
	3)	124,0	8,0	82,0	8,0	199,0	8,0	25,0	8,0	17,5	8,0	6,80	4,35	12,21	7,79	1,56	1,78
	4)	113,0	8,0	67,0	8,0	196,0	8,0	21,5	7,5	13,5	7,5	7,50	4,21	17,50	9,83	1,77	2,33
											Mittel:	5,76	3,58	12,41	7,65	1,60	2,18
0,008 g%Si + 0,15 g%Bors	5)	72,5	7,5	45,0	8,0	197,0	8,0	41,0	8,0	23,0	8,0	1,97	1,12	4,33	2,46	1,75	2,20
	6)	53,0	8,0	33,0	8,0	197,0	8,0	31,0	8,0	19,5	8,0	1,95	1,08	3,91	2,17	1,80	2,00
	7)	137,0	8,0	92,0	8,0	194,0	8,0	125,0	8,0	93,0	8,0	0,24	0,71	0,34	0,98	0,34	1,37
	8)	101,0	8,0	58,0	8,0	191,0	8,0	59,0	8,0	38,0	8,0	1,82	0,98	3,10	1,66	1,86	1,70
	9)	69,0	8,0	42,5	8,0	195,0	8,0	59,5	8,0	39,0	8,0	1,18	0,66	1,96	1,11	1,76	1,66
											Mittel:	1,73	0,96	3,32	1,85	1,79	1,89
0,0008g%Si + 0,15 g%Bors	10)	36,0	8,0	22,0	8,0	192,0	8,0	155,0	10,0	121,0	8,0	0,19	0,09	0,24	0,12	2,00	1,28
	11)	46,0	8,0	29,0	8,0	196,0	8,0	174,0	10,0	156,0	8,0	0,23	0,12	0,25	0,14	1,80	1,10
	12)	65,0	8,0	38,5	8,0	194,0	8,0	172,0	9,0	183,0	8,0	0,35	0,18	0,32	0,17	1,86	0,93
	13)	55,0	9,0	33,0	9,0	194,0	9,0			164,0	8,0			0,29	0,15	1,91	
											Mittel:	0,25	0,13	0,27	0,14	1,89	1,10

Platte 41

Spalt 1/100 mm

Die Leberstückchen lagen länger als 96 Stunden in den Lösungen

Spektrum 1 - 4: 0,05 g% Si + 0,15 g% Borsäure, 1 Min. belichtet
5 - 8: 0,005 g% Si + 0,15 g% Borsäure, 1 1/2 Min. belichtet
9 -11: 0,0005g% Si + 0,15 g% Borsäure, 5 - 6 Min. belichtet

Gemessen wurde: B_1 = 1.Borlinie 2496 B_2 = 2.Borlinie 2497
Schl.= Schleier neben der 2.Borlinie
Si_1 = Siliciumlinie 2516 Si_2 = Siliciumlinie 2881

Konzentration		Ausschlag B_1		Ausschlag B_2		Schleier neb.B_2		Ausschlag Si_1		Ausschlag Si_2		B_1:Si_1	B_2:Si_1	B_1:Si_2	B_2:Si_2	B_1:B_2	Si_1:Si_2
0,05 g% Si + 0,15 g% Bors	1)	155,0	10,0	110,5	10,5	199,5	10,5	38,5	10,5	24,0	10,0	5,17	3,57	10,74	7,40	1,45	2,07
	2)	144,5	10,5	97,5	10,5	197,0	10,5	43,5	10,5	23,0	10,0	4,06	5,66	10,30	14,38	0,71	2,53
	3)	133,5	10,5	83,0	10,5	198,0	10,0	29,0	10,0	18,0	10,0	5,47	3,81	15,37	9,06	1,68	2,37
	4)	134,0	10,0	83,5	10,5	198,0	10,5	25,5	10,5	16,0	10,0	8,26	4,86	20,66	12,16	1,69	2,50
											Mittel:	5,99	4,47	14,26	10,75	1,38	2,36
0,005 g% Si + 0,15 g% Bors	5)	63,0	10,0	37,0	10,0	190,0	10,0	78,0	10,0	38,0	10,0	0,77	0,39	1,89	0,96	1,96	2,42
	6)	92,0	10,0	59,0	10,0	204,0	10,0	98,0	10,0	50,0	10,0	0,93	0,55	2,05	1,22	1,67	2,20
	7)	50,0	10,0	32,5	9,5	198,0	10,0	64,0	10,0	49,0	10,0	0,74	0,42	1,02	0,58	1,73	1,38
	8)	73,5	10,0	46,0	10,0	193,0	10,0	81,0	10,0	52,0	10,0	0,89	0,50	1,51	0,85	1,76	1,69
											Mittel:	0,83	0,46	1,61	0,90	1,78	1,92
0,0005g% Si + 0,15 g% Bors	9)	31,0	10,0	22,0	10,0	178,0	10,0	142,0	10,0	107,0	10,0	0,15	0,09	0,21	0,12	1,75	1,36
	10)	33,0	10,0	21,0	10,0	194,0	10,0	163,0	10,0	138,0	10,0	0,15	0,08	0,18	0,08	2,09	1,19
	11)	23,0	10,0	17,0	10,0	192,0	10,0	120,0	10,0	85,0	10,0	0,11	0,06	0,17	0,09	1,85	1,46
											Mittel:	0,13	0,07	0,18	0,09	1,89	1,33

Platte 42

Spalt 1/100 mm
Die Leberstückchen lagen länger als 96 Stunden in den Lösungen
Spektrum 1 - 4 : 0,01 g% Si + 0,15 g% Borsäure, 1 Min. belichtet
5 - 8 : 0,001 g% Si + 0,15 g% Borsäure, 1 1/2 Min. belichtet
9 - 11 : 0,0001 g% Si + 0,15 g% Borsäure, 5 - 6 Min. belichtet

Gemessen wurde: B_1 = 1.Borlinie 2496 B_2 = 2.Borlinie 2497
Schl.= Schleier neben B_2
Si_1 = Siliciumlinie 2516 Si_2= Siliciumlinie 2881

Konzentration		Ausschlag B_1		Ausschlag B_2		Schleier neben B_2		Ausschlag Si_1		Ausschlag Si_2		B_1:Si_1	B_2:Si_1	B_2:Si_1	B_2:Si_2	B_1:B_2	Si_1:Si_2
0,01 g% Si + 0,15 g% Bors	1)	115,0	10,0	66,0	10,0	201,0	10,0	36,0	10,0	20,0	10,0	4,03	2,15	10,50	5,60	1,89	2,60
	2)	110,0	10,0	63,0	10,0	204,0	10,0	25,0	10,0	16,0	10,0	6,66	3,53	16,66	8,82	1,88	2,50
	3)	117,0	10,0	67,0	10,0	204,0	10,0	24,0	10,0	18,0	10,0	7,64	4,07	13,37	7,12	1,87	1,75
	4)	91,0	10,0	51,0	10,0	201,0	10,0	25,0	10,0	16,0	10,0	5,40	2,73	13,50	6,83	1,97	2,50
											Mittel:	5,93	3,12	13,50	7,09	1,90	2,33
0,001 g% Si + 0,15 g% Bors	5)	48,0	10,0	30,0	10,0	203,0	10,0	168,0	10,0	137,0	10,0	0,24	0,12	0,29	0,15	1,90	1,24
	6)	44,0	10,0	29,0	10,0	204,0	10,0	144,0	10,0	98,0	10,0	0,25	0,14	0,38	0,21	1,78	1,52
	7)	60,0	10,0	36,0	10,0	204,0	10,0	175,0	10,0	125,0	10,0	0,30	0,15	0,43	0,22	1,92	1,43
	8)	44,0	10,0	27,0	10,0	204,0	10,0	153,0	10,0	123,0	10,0	0,23	0,11	0,30	0,15	2,00	1,26
											Mittel:	0,25	0,13	0,35	0,18	1,90	1,36
0,0001g% Si + 0,15 g% Bors	9)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10)	31,0	10,0	20,0	10,0	203,0	10,0	149,0	10,0	-	-	0,15	0,07	-	-	2,10	-
	11)	20,0	10,0	15,0	10,0	192,0	10,0	109,0	10,0	-	-	0,10	0,05	-	-	2,00	-
											Mittel:	0,12	0,06	-	-	2,05	-

Platte 43

Spalt 1/100 mm

Die Kalbsleberstückchen lagen 120 Stunden in den Lösungen

Spektrum 1 u. 2 : 0,08 g% Si + 0,45 g% Borsäure, ca 1 Min. belichtet
3 : 0,05 g% Si + 0,45 g% Borsäure, ca 1 Min. belichtet
4 u. 5 : 0,01 g% Si + 0,45 g% Borsäure, ca 1 Min. belichtet
6 u. 7 : 0,008 g% Si + 0,045 g% Borsäure, ca 3 Min. belichtet
8 u. 9 : 0,005 g% Si + 0,045 g% Borsäure, ca 3 Min. belichtet

Gemessen wurde: B_1 = 1.Borlinie 2496 B_2 = 2.Borlinie 2497
Schl.= Schleier neben B_2
Si_1 = Siliciumlinie 2516 Si_2 = Siliciumlinie 2881

Konzentration		Ausschlag B_1		Ausschlag B_2		Schleier neben B_2		Ausschlag Si_1		Ausschlag Si_2		B_1:Si_1	B_2:Si_1	B_1:Si_2	B_2:Si_2	B_1:B_2	Si_1:Si_2
0,08 g% Si + 0,45 g% Bors	1)	127,0	9,0	84,0	9,0	197,0	9,0	44,0	9,0	34,0	9,0	3,37	2,14	4,72	3,03	1,57	1,40
	2)	143,0	9,0	105,0	9,0	199,0	9,0	75,0	9,0	36,0	9,0	2,03	1,45	4,96	3,55	1,39	2,44
0,05 g% Si + 0,45 g% Bors	3)	104,0	9,0	69,0	9,0	206,0	9,0	40,0	9,0	25,0	9,0	3,06	1,93	5,93	3,75	1,58	1,93
0,01 g% Si + 0,45 g% Bors	4)	46,0	9,0	30,0	9,0	207,0	9,0	48,0	9,0	37,0	9,0	0,94	0,53	1,32	0,75	1,76	1,39
	5)	116,0	9,0	69,0	9,0	203,0	9,0	123,0	9,0	53,0	9,0	0,93	0,52	2,20	1,34	1,78	2,56
0,008 g% Si + 0,045 g% Bors	6)	162,0	9,0	109,0	9,0	205,0	9,0	65,0	9,0	31,5	9,0	2,73	1,78	6,95	4,54	1,53	2,54
	7)	166,0	9,0	122,0	9,0	194,0	9,0	49,0	9,0	40,0	9,0	3,38	2,48	4,15	3,05	1,36	1,22
0,005 g% Si + 0,045 g% Bors	8)	178,0	9,0	135,0	9,0	204,0	9,0	121,5	9,5	89,0	9,5	1,50	1,12	2,11	1,57	1,34	1,40
	9)	100,5	9,5	63,5	9,5	209,5	9,5	43,0	9,5	27,0	9,0	2,71	1,61	5,05	3,00	1,68	1,86

Platte 44

Spalt 1/100 mm

Die Kalbsleberstückchen lagen 144 Stunden in den Lösungen.

Spektrum 1: 0,01 g% Si + 0,045 g% Borsäure
" 2: 0,008 g% Si + 0,045 g% Borsäure
" 3: 0,005 g% Si + 0,045 g% Borsäure
" 4: 0,001 g% Si + 0,045 g% Borsäure belichtet 9-12 Minuten
" 5: 0,0008 g% Si + 0,045 g% Borsäure
" 6: 0,0005 g% Si + 0,045 g% Borsäure

Gemessen wurde: B_1 = 1.Borlinie 2496 B_2 = 2.Borlinie 2497
Schl.= Schleier neben B_2
Si_1 = Siliciumlinie 2516 Si_2 = Siliciumlinie 2881

Konzentration		Ausschlag B_1		Ausschlag B_2		Schleier neben B_2		Ausschlag Si_1		Ausschlag Si_2		B_1:Si_1	B_2:Si_1	B_1:Si_2	B_2:Si_2	B_1:B_2	Si_1:Si_2
0,01 g% Si + 0,45 g% Bors	1)	43,0	11,0	26,0	11,0	199,0	11,0	44,0	11,0	25,0	11,0	0,96	0,45	2,28	1,07	2,13	2,35
0,008 g% Si + 0,045 g% Bors	2)	135,0	11,0	88,0	11,0	196,0	11,0	47,0	11,0	35,0	11,0	3,44	2,13	5,16	3,20	1,61	1,50
0,005 g% Si + 0,045 g% Bors	3)	99,0	11,0	60,0	11,0	197,0	11,0	36,0	11,0	25,0	11,0	3,52	1,96	6,25	3,50	1,79	1,78
0,001 g% Si + 0,045 g% Bors.	4)	129,0	11,0	78,0	11,0	184,0	11,0	120,0	11,0	111,0	11,0	1,07	0,65	1,16	0,70	1,65	1,08
0,0008g% Si + 0,045 g% Bors	5)	117,0	11,0	71,0	11,0	197,0	11,0	164,0	11,0	164,0	11,0	0,63	0,35	0,69	0,39	1,76	1,09
0,0005g% Si + 0,045 g% Bors	6)	136,0	11,0	92,0	11,0	197,0	11,0	143,0	11,0	109,0	11,0	0,94	0,61	1,27	0,82	1,54	1,34